

(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) **Patentschrift**  
(10) **DE 41 02 324 C 1**

(51) Int. Cl. 5:  
**H 03 M 7/30**  
H 04 B 1/66

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(73) Patentinhaber:

Institut für Rundfunktechnik GmbH, 8000 München,  
DE

(74) Vertreter:

Konle, T., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 8000 München

(72) Erfinder:

Wiese, Detlef, 8056 Neufahrn, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 36 39 753 C2  
DE 33 28 344 C1

(54) Verfahren zum Übertragen digitalisierter, blockcodierter Tonsignale unter Verwendung von Skalenfaktoren

(57) Zum Übertragen digitalisierter, blockcodierter Tonsignale werden Skalenfaktoren verwendet, die bei der Blockcodierung der digitalisierten Tonsignale aus dem Betrag des Spitzenvwertes einer Sequenz (Block) von Signalwerten gebildet und in quantisierter Form den abgetasteten und ggf. reduzierten Signalwerten der betreffenden Sequenz hinzugeführt werden. Beim Codieren der Tonsignale werden aus einer Anzahl von  $k$  zeitlich aufeinanderfolgenden Skalenfaktoren jeweils eines Frequenz-Teilbandes oder einer Gruppe von Spektralwerten des in  $n$  Teilbänder oder Spektralwerten unterteilten Tonsignals (mit  $n \geq 1$ ) werden bestimmte Differenzen nach Vorzeichen und Betrag gebildet. Diese  $(k-1)*n$  Differenzen werden in Werteklassen eingestuft, von denen jede Werteklasse eine Menge von einer oder mehreren möglichen Differenzen umfaßt. Der Folge von  $(k-1)*n$  Werteklassen wird - getrennt für jedes der  $n$  Teilbänder bzw. Spektralwertegruppen - ein Übertragungsmuster neuer Skalenfaktoren zugeordnet, welches aus einer Steuerinformation und einer Folge neuer Skalenfaktoren besteht. Die Anzahl von aufeinanderfolgenden, unterschiedlichen neuen Skalenfaktoren innerhalb der Folge ist dabei kleiner oder gleich der Anzahl der aufeinanderfolgenden, unterschiedlichen Skalenfaktoren des betrachteten Teilbandes bzw. Spektralwertegruppe des Tonsignals. Die Steuerinformation identifiziert die Zuordnung der neuen Skalenfaktoren zu jeweils einem oder mehreren der  $k$  Blöcke der abgetasteten und ggf. reduzierten ...

**DE 41 02 324 C 1**

**DE 41 02 324 C 1**

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs. Ein derartiges Verfahren ist aus der DE-PS 36 39 753 bekannt.

- 5 Zum Übertragen von digitalisierten Tonsignalen ist es bekannt (DE-PS 33 28 344), bei der Blockcodierung aus dem Betrag des Spitzenwertes einer Sequenz (Block) von Signalwerten einen Skalenfaktor zu bilden, welcher angibt, in welchem von mehreren Größenbereichen die Amplitude des Spitzenwertes liegt. Zusätzlich können, wie aus der DE-PS 36 39 753 bekannt ist, die abgetasteten Signalwerte in einer Vielzahl spektraler Teilbandsignale dargestellt werden und die Abtastwerte der einzelnen Teilbänder nach Maßgabe der jeweiligen Mithörschwellen des menschlichen Gehörs im Sinne einer Irrelevanz- und Redundanzverminderung geändert werden.
- 10 Anstelle einer Aufteilung in spektrale Teilbänder ist es auch möglich, das digitalisierte Tonsignal einer Fourier-Analyse zu unterziehen und für Gruppen von Spektralwerten die Skalenfaktoren zu bestimmen sowie eine Irrelevanz- und Redundanzverminderung durchzuführen.

Die Aufgabe der Erfindung besteht demgegenüber darin, für die Skalenfaktoren ebenfalls eine Informationsreduktion vorzunehmen, um die für eine digitale Tonsignalübertragung erforderliche Datenrate weiter zu verringern. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Anführungsbeispiels näher erläutert.

Die bitsparende Skalenfaktörübertragung basiert auf der Erkennung und Codierung von Mustern, wobei sowohl Redundanz als auch Irrelevanz eliminiert werden.

- 20 Die Eingangsmatrix besteht aus  $k$  Spalten und  $n$  Zeilen, wobei  $k$  die Anzahl zeitlich aufeinanderfolgender Skalenfaktoren und  $n$  die Anzahl von Teilbändern repräsentiert. Die Beschreibung erfolgt ab hier allgemein innerhalb der linken Spalte und unter Verwendung eines Beispiels innerhalb der rechten Spalte. Bei dem Beispiel (rechts) handelt es sich um drei aufeinanderfolgende Skalenfaktoren von insgesamt 32 Teilbändern (im folg. als Rahmen bez.). Die Skalenfaktoren sind mit 6 bit quantisiert und können somit  $2^6 = 64$  mögliche Werte annehmen.
- 25 Ein Block für den ein Skalenfaktor gebildet wird hat die Länge von 8 ms.

## Eingangsmatrix

$$\begin{array}{c}
 30 \quad \left[ \begin{array}{cccccc} scf_{11} & scf_{12} & \dots & scf_{1k} \\ scf_{21} & & & scf_{21} \\ \vdots & & & \vdots \\ & & & & & \end{array} \right] \quad \left| \quad \left[ \begin{array}{cccc} scf_{11} & scf_{12} & scf_{13} \\ & & \end{array} \right] \quad \begin{array}{l} 3 * 6 \text{ bit} = 18 \text{ bit} \\ 3 * 6 \text{ bit} = 18 \text{ bit} \end{array} \right. \\
 35 \quad \left. \left[ \begin{array}{cccc} scf_{n1} & \dots & \dots & scf_{nk} \end{array} \right] \quad \left| \quad \left[ \begin{array}{cccc} scf_{321} & \dots & \dots & scf_{323} \end{array} \right] \quad \begin{array}{l} 3 * 6 \text{ bit} = 18 \text{ bit} \\ \vdots \end{array} \right. \right. \\
 \text{ges. Rahmen } 32 * 18 \text{ bit} = 576 \text{ bit}
 \end{array}$$

Es folgt die Berechnung der Differenzen  $d$  aufeinanderfolgender Werte jeder Zeile und/oder Spalte. Sie werden in einer Zwischenmatrix festgehalten. Die Größe der Differenzen ist abhängig von der absoluten Blocklänge (Zeile), bzw. von der Breite der Teilbänder (Spalte). Im folgenden werden nur zeitlich aufeinanderfolgende Skalenfaktoren betrachtet, z. B.:

$$45 \quad d_{1,21} = scf_{12} - scf_{11} \quad | \quad \text{dto.}$$

Die Zwischenmatrix hat  $k - 1$  Spalten (bei Betrachtung der Spalten auch  $n - 1$  Zeilen).

$$\begin{array}{c}
 50 \quad \left[ \begin{array}{cccc} d_{1,21} & d_{1,32} & \dots & d_{1,kk} \\ d_{2,21} & & & \end{array} \right] \quad \left| \quad \left[ \begin{array}{cc} d_{1,21} & d_{1,32} \\ d_{2,21} & \end{array} \right] \right. \\
 \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \\
 55 \quad \left. \left[ \begin{array}{cccc} d_{n,21} & \dots & \dots & d_{n,kk-1} \end{array} \right] \quad \left| \quad \left[ \begin{array}{cc} d_{32,21} & d_{32,32} \end{array} \right] \right. \right.
 \end{array}$$

Die möglichen Differenzen  $D$  werden unter Verwendung einer Tabelle in  $I$  Klassen eingeteilt. Eine Klasse  $I$  ist eine Menge von einer oder mehrerer Differenzen  $D$ . Für das Beispiel auf der rechten Seite werden die Differenzen  $D$  fünf Klassen  $I$  zugewiesen, wobei eine oder mehrere möglichen Differenzen zu einer Klasse gehören:

$$\begin{aligned}
 l_1 &= \{D_1, D_2, \dots, D_6\} & \text{wenn } d < -2 \text{ und } d > -64 & l_1 \\
 l_2 &= \{D_7, D_8, \dots, D_{12}\} & \text{wenn } d > -3 \text{ und } d < 0 & l_2 \\
 l_3 &= \{D_{13}, D_{14}, \dots, D_{17}\} & \text{wenn } d = 0 & l_3 \\
 l_4 &= \{D_{18}\} & \text{wenn } d < 3 \text{ und } d > 0 & l_4 \\
 &\vdots & \text{wenn } d > 2 \text{ und } d < 64 & l_5 \\
 l_n &= \{D_{i-4}, D_{i-3}, \dots, D_i\}
 \end{aligned}$$

5

Alle möglichen Sequenzen von Klassen  $l$  ergeben  $(k-1)^n$  Möglichkeiten für die Kombination  $c$ :

10

$$\begin{aligned}
 c_1 &= l_1 l_1 \dots l_1 \\
 c_2 &= l_1 l_1 \dots l_2 \\
 c_3 &= l_1 l_1 \dots l_3 \\
 &\vdots \\
 c_{(k-1)} &= l_{k-1} l_{k-1} \dots l_{k-1}
 \end{aligned}$$

15

Die Datenreduktion wird dadurch erreicht, daß den Kombinationen  $c$  jeweils ein Skalenfaktorübertragungsmuster zugeordnet wird. Dieses Muster besteht aus einer Steuerinformation und einer Sequenz von Skalenfaktoren, wobei die Menge an verschiedenen Skalenfaktoren innerhalb einer Sequenz kleiner oder gleich der Menge verschiedener Skalenfaktoren aus der Eingangsmatrix ist. Die Bestimmung der Übertragungsmuster, die aus den klassierten Differenzen hervorgegangen sind, erfolgt aufgrund statistischer Kenntnisse des Signals und nach psychoakustischen Gesichtspunkten, und zwar bezogen auf die Vor- und Nachverdeckungseffekte des menschlichen Gehörs. Ändern sich z. B. die Skalenfaktoren einer Zeile der Eingangsmatrix nicht, so ist es nicht notwendig alle Skalenfaktoren zu übertragen, da dies redundante Information ist (Redundanz). Ansteigende Skalenfaktoren müssen genauer übertragen werden als abfallende, da aus der Psychoakustik bekannt ist, daß das menschliche Gehör eine ausgeprägte Nachverdeckung im Bereich bis zu 200 ms, jedoch nur eine Vorverdeckung im Bereich bis zu 20 ms aufweist (Irrelevanz).

20

Bei einer Eingangsmatrix mit z. B. drei Spalten ergeben sich bei zeilenweiser Betrachtung zwei in Klassen einzuteilende Differenzen und 25 Kombinationsmöglichkeiten  $c$ . Jeder Kombination  $c$  wird ein Skalenfaktorübertragungsmuster zugeordnet. Daraus ergibt sich eine bestimmte Anzahl zu übertragender Skalenfaktoren und eine Steuerinformation, an welcher Position sich die Skalenfaktoren befinden, bzw. ändern. Bei diesem Beispiel müssen ein, zwei oder drei Skalenfaktoren und eine Steuerinformation von 2 bit übertragen werden.

25

30

35

Klassenfolge	Kombination	Übertragungsmuster	Anz. von SCF	Steuerinf.
$l_1 l_1$	$c_1$	scf1 scf2 scf3	3 (18 bit)	11 (2 bit)
$l_1 l_2$	$c_2$	scf1 scf2 scf2	2 (12 bit)	01 (2 bit)
$l_1 l_3$	$c_3$	scf1 scf2 scf2	...	
$l_1 l_4$	$c_4$	scf1 scf3 scf3	...	
$l_1 l_5$	.	.....	...	
$l_2 l_1$	$c_6$	scf1 scf1 scf3	2 (12 bit)	10 (2 bit)
$l_2 l_2$	$c_7$	scf1 scf1 scf1	1 (6 bit)	00 (2 bit)
$l_2 l_3$	.	...		
$l_2 l_4$	.	...		
$l_2 l_5$	.	...		
$l_3 l_1$	.	...		
.	.	...		
$l_5 l_5$	$c_{25}$			

40

45

50

55

Für dieses Beispiel ergeben sich vier mögliche Übertragungsmuster, somit eine Steuerinformation von 2 bit:

1. drei verschiedene Skalenfaktoren

60

 $s_1 s_2 s_3 \quad 00$ Datenfluß für einen Rahmen  $(3 \cdot 6 \text{ bit} + 2 \text{ bit}) \cdot 32 = 640 \text{ bit}$ 

65

2. erster Skalenfaktor für erste Position, zweiter für zweite und dritte Position

 $s_1 s_3 s_3 \quad 01$

s1 s2 s2

Datenfluß für einen Rahmen  $(2 \cdot 6 \text{ bit} + 2 \text{ bit}) \cdot 32 = 448 \text{ bit}$ 

5 3. erster Skalenfaktor für erste und zweite Position, dritter für dritte Position

s2 s2 s3 10

10 s1 s1 s3

10 Datenfluß für einen Rahmen  $(2 \cdot 6 \text{ bit} + 2 \text{ bit}) \cdot 32 = 448 \text{ bit}$ 

4. ein Skalenfaktor für alle drei Positionen

15 s1 s1 s1 11

s2 s2 s2

s3 s3 s3

20 20 Datenfluß für einen Rahmen  $(1 \cdot 6 \text{ bit} + 2 \text{ bit}) \cdot 32 = 256 \text{ bit}$ 

Bei Betrachtung von nur drei zeitlich aufeinanderfolgenden Skalenfaktoren (bei dem Beispiel entspricht der Rahmen genau 24 ms) ergibt sich der Vorteil eines geringen Decoderdelays und einer kleinen Accessunit (kleinste zu decodierende Einheit). Wird auf diese Vorteile kein Wert gelegt so kann bei Betrachtung größerer Zeitabschnitte eine höhere Datenreduktion erzielt werden.

- durch eine Eingangsmatrix mit einer höheren Spaltenzahl
- durch die Übertragung der Information für einen Rahmen 'kein scf übertragen'

30

## Zahlenbeispiel

aufeinanderfolg. Skalenfakt.:

berechnete Differenzen:

35 zugeordnete Klasse:

Übertragungsmuster:

übertragene(r) Skalenfakt.:

Steuerinformation:

40 decodierte Skalenfaktoren:

10	40	38	37	36	38
30	—2			—1	
$l_5$	$l_2$		$l_2$	$l_4$	$+2$
scf1	scf2	scf2	max (scf1)	scf2	scf3)
10	40	38	38	00	
	40	01		38	38
					38

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Übertragen digitalisierter, blockcodierter Tonsignale unter Verwendung von Skalenfaktoren, die bei der Blockcodierung der digitalisierten Tonsignale aus dem Betrag des Spitzenwertes einer Sequenz (Block) von Signalwerten gebildet und in quantisierter Form den abgetasteten und ggf. reduzierten Signalwerten der betreffenden Sequenz hinzugeführt werden, insbesondere bei der Blockcodierung innerhalb von irrelevanz- und redundanzmindernden Tondaten-Reduktionsverfahren, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte beim Codieren der Tonsignale:

a) Aus der Anzahl von  $k$  zeitlich aufeinanderfolgenden Skalenfaktoren ( $scf_{11}, scf_{12} \dots scf_{1k}; \dots scf_{n1}, scf_{n2}, \dots scf_{nk}$ ) jeweils eines Frequenz-Teilbandes oder einer Gruppe von Spektralwerten des in  $n$  Teilbänder oder Spektralwerten unterteilten Tonsignals (mit  $n \geq 1$ ) werden die Differenzen  $d_{12-11} = scf_{12} - scf_{11}$ ,  $\dots$

bis  
 $d_{1k-1(k-1)} = scf_{1k} - scf_{1(k-1)}$ ;

.

.

.

60  $d_{n2-n1} = scf_{n2} - scf_{n1}$   
 bis  
 $d_{nk-n(k-1)} = scf_{nk} - scf_{n(k-1)}$   
 nach Vorzeichen und Betrag gebildet;

b) die gemäß Schritt a) gebildeten  $(k-1) \cdot n$  Differenzen werden in Werteklassen eingestuft, von denen jede Werteklasse eine Menge von einer oder mehreren möglichen Differenzen umfaßt,  
 c) der gemäß Schritt b) gebildeten Folge von  $(k-1) \cdot n$  Werteklassen wird — getrennt für jedes der  $n$  Teilbänder bzw. Spektralwertegruppen — ein Übertragungsmuster neuer Skalenfaktoren zugeordnet, welches aus einer Steuerinformation und einer Folge neuer Skalenfaktoren besteht, wobei die Anzahl von aufeinanderfolgenden, unterschiedlichen neuen Skalenfaktoren innerhalb der Folge kleiner oder

gleich der Anzahl der  $k$  aufeinanderfolgenden, unterschiedlichen Skalenfaktoren des betrachteten Teilbandes bzw. Spektralwertegruppe des Tonsignals ist, und wobei die Steuerinformation die Zuordnung der neuen Skalenfaktoren zu jeweils einem oder mehreren der  $k$  Blöcke der abgetasteten und ggfs. reduzierten Signalwerte des betreffenden Teilbandes bzw. Spektralwertegruppe identifiziert, und ferner gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte beim Decodieren der Tonsignale:

- d) anhand der Steuerinformation werden den Blöcken der abgetasteten und ggfs. reduzierten Signalwerte die zugehörigen neuen Skalenfaktoren zugeordnet, und  
e) aus den abgetasteten und ggfs. reduzierten Signalwerten sowie den zugeordneten neuen Skalenfaktoren werden wieder Tonsignale erzeugt, die mehr oder weniger den ursprünglichen Tonsignalen entsprechen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerinformation ggfs. besagt, daß kein neuer Skalenfaktor übertragen wird, sondern der vorangegangene neue Skalenfaktor für alle betreffenden k Blöcke gilt.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

— Leerseite —

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**